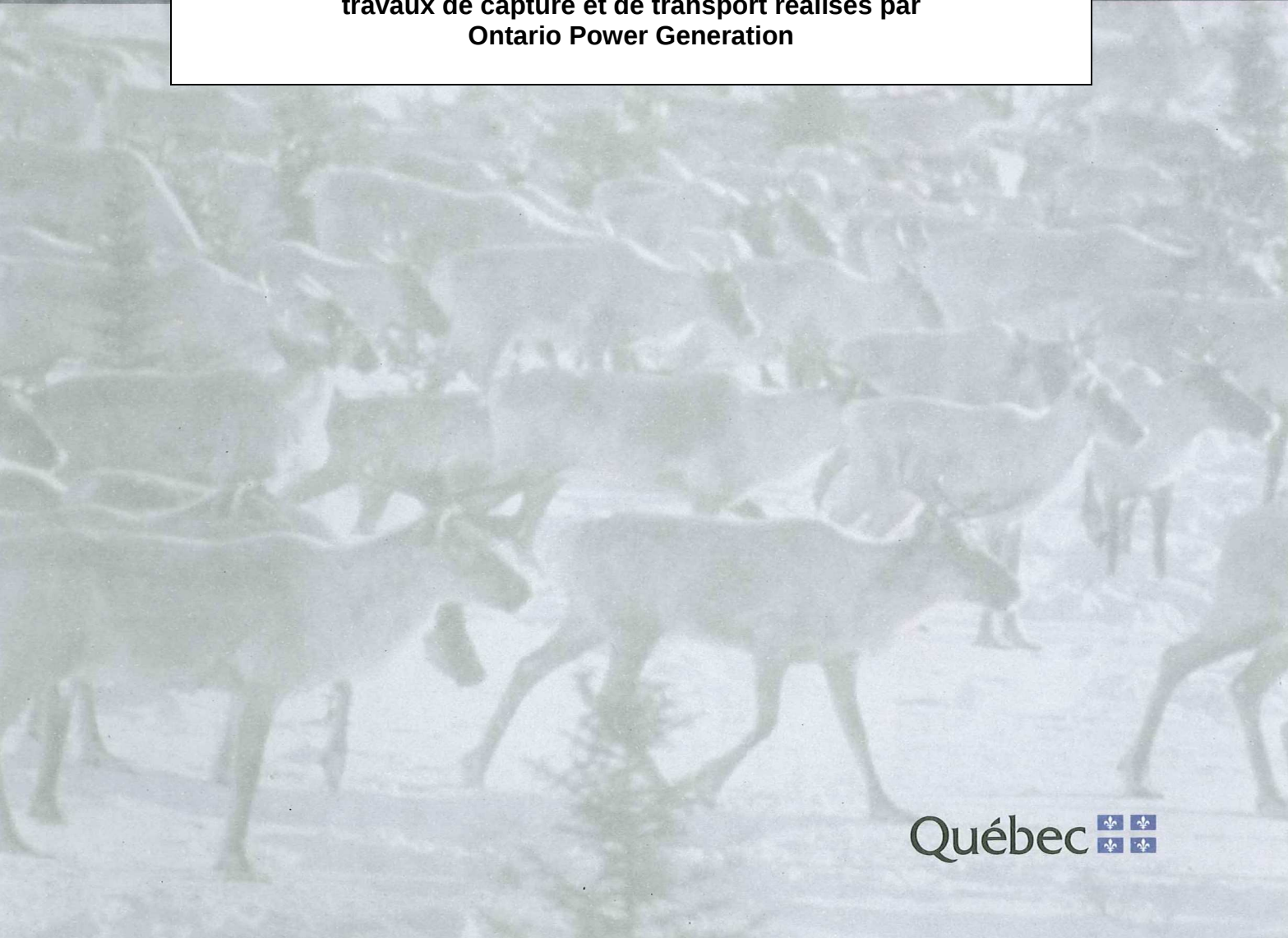


Des femmes, des hommes, des régions, **nos ressources...**



**Recapture des anguilles d'Amérique
dans la pêcherie de l'estuaire du Saint-Laurent en 2012 provenant des
travaux de capture et de transport réalisés par
Ontario Power Generation**



Québec 

Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire

**Recapture des anguilles d'Amérique
dans la pêcherie de l'estuaire du Saint-Laurent en 2012 provenant des
travaux de capture et de transport réalisés par
Ontario Power Generation**

**Johanne Dussureault
et
Guy Verreault**

**Ministère des Ressources naturelles
Direction générale du Bas-Saint-Laurent**

Janvier 2013

Référence à citer :

DUSSUREAULT, J. et G. VERREAULT (2013) *Recapture des anguilles d'Amérique dans la pêcherie de l'estuaire du Saint-Laurent en 2012 provenant des travaux de capture et de transport réalisés par Ontario Power Generation*. Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire, Direction générale du Bas-Saint-Laurent, 37 pages.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CHARGÉ DE PROJET

Johanne Dussureault, biologiste

TRAVAUX DE TERRAIN ET DE LABORATOIRE

Kim Belzile

Patrick Gagnon

Annie Marquis

Anne-Marie Pelletier

Rémi Tardif

Martine Tremblay

Guy Verreault

ANALYSE

Johanne Dussureault

Guy Verreault

CARTOGRAPHIE

Bertrand Lavoie

RÉDACTION

Johanne Dussureault

Guy Verreault

RÉVISION ET MISE EN PAGE

Francine Bélanger

Résumé

Les travaux de recapture des anguilles d'Amérique (*Anguilla rostrata*) marquées et relâchées par Ontario Power Generation (OPG) se sont déroulés dans l'estuaire du Saint-Laurent pour une cinquième année consécutive. L'objectif de ces travaux visait à mesurer l'efficacité du programme de capture et de transport (*T&T*) des anguilles en voie de maturation sexuelle, afin de réduire la mortalité associée au transit dans les turbines des barrages hydroélectriques de Beauharnois et Moses-Saunders. Par ce programme, plus de 6500 anguilles furent capturées et marquées à l'aide d'un transpondeur entre 2008 et 2011. En 2012, OPG a poursuivi son programme de transfert sans toutefois procéder au marquage des anguilles ($n=887$). La recapture des anguilles marquées fut réalisée en automne dans les trappes fixes des 12 pêcheurs commerciaux d'anguilles opérant dans l'estuaire du Saint-Laurent. Les débarquements totaux de la pêcherie d'anguille ont atteint 10 752 spécimens et 93,5 % ($n=10\,049$) furent échantillonnés par l'équipe de détection. Cet échantillonnage a permis la récolte de 157 anguilles munies d'un transpondeur. De ce nombre, 37 provenaient des opérations réalisées entre 2008 et 2011 par OPG, et 120 marquées dans le cadre d'autres travaux. Parmi les 37 recaptures *T&T*, une provenait des opérations de 2008, 6 de 2009, 16 en 2010, et enfin 14 en 2011. Les anguilles *T&T* récupérées ont migré avec un indice de condition de Fulton comparable aux anguilles dévalant naturellement. L'estimation du taux d'exploitation des anguilles argentées dans la pêcherie (9,2 %) et du taux d'échantillonnage de la pêcherie (93,5 %) nous permet d'évaluer qu'au cours de leur première année, 40 % des anguilles transférées en 2009, 2010 et 2011 au lac Saint-Louis ont migré par l'estuaire du Saint-Laurent. Ce taux est supérieur à celui des anguilles qui n'ont pas été transférées (groupe témoin) et qui ont migré à un taux de 18 %. L'évaluation globale de l'efficacité du programme *T&T* doit cependant tenir compte que les anguilles marquées et transférées ne migrent pas toutes au cours de la même année. Le nombre d'anguilles migrantes augmente avec les années subséquentes. L'information recueillie sur les anguilles *T&T*²⁰⁰⁹ nous permet d'estimer que près du trois quarts des poissons transférés (74,7 %) ont initié leur migration, un pourcentage identique au groupe témoin (74,8 %) au bout de quatre ans. On évalue que le programme de capture et transport est une mesure de mitigation efficace permettant la réduction de la mortalité des anguilles par turbinage. Par contre, l'évaluation des prélèvements au lac Saint-Pierre serait un ajout important afin de mesurer avec précision la performance globale du programme.

Abstract

American eels captured as part of a trap and transport program by Ontario Power Generation (OPG) were surveyed for a fifth year at the commercial silver eel fishery in the St. Lawrence estuary. The study was designed to assess the efficacy of the trap and transport program (*T&T*) as an option for mitigating turbine mortality during the downstream migration of mature eels. Between 2008 and 2011, about 6500 eels were captured and marked within the program. In spring 2012, 887 large yellow eels were captured, transported and released in Lac St. Louis. Those eels were not marked with a transponder, therefore the monitoring was conducted only on fish caught between 2008 and 2011. The detection of PIT tagged eels originating from 2008 to 2011 operations was conducted in the St. Lawrence estuary silver eel fishery from mid-September to mid-November. The annual harvest for this season was 18.5 metric tons or approximately 10,752 eels, and PIT tag scanning was performed on 10,049 eels (93.5% of total harvest). The sampling detected and recovered 157 PIT tagged eels. Thirty-seven of the PIT tagged eels recovered originated from OPG *T&T* operations, and 120 eels originated from other eel studies in the St. Lawrence watershed. Among the 37 marked eels from *T&T* operations, one was from the *T&T*²⁰⁰⁸, 6 were from *T&T*²⁰⁰⁹, 16 from *T&T*²⁰¹⁰ and 14 were from *T&T*²⁰¹¹. Exploitation rate in the silver eel fishery (9.2%) and sampling rate for PIT tags detection (93.5%) allow to estimate that 40% of *T&T* eels transferred to Lac St. Louis and 18% of those released in Lake St. Francis have undertaken their spawning migration in the same year. However, evaluation of *T&T* program as a mitigation measure should now be done on successive years, taking in account that transferred individuals may initiate downstream migration years later. After four seasons since the transferred of *T&T*²⁰⁰⁹, the proportion of migrating eels from the transferred group (74.7%) and control (74.8%) group are identical. However, this proportion is underestimated since eels from *T&T* program were harvested into Lac St. Pierre fishery before reaching the St. Lawrence estuary fishery. More specific data on the Lac St. Pierre fishery would increase the global performance of the program. Overall the results of that study already indicate that the *Trap and Transport* program is a successful option for mitigating turbine mortality.

Table des matières

	<i>Page</i>
RÉSUMÉ	v
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES FIGURES	xiii
1. INTRODUCTION	1
2. AIRE D'ÉTUDE.....	2
3. MÉTHODOLOGIE.....	3
3.1 Paramètre halieutiques	3
3.2 Anguilles munies de transpondeurs.....	5
3.2.1 Transfert d'anguilles par Ontario Power Generation	6
3.2.2 Détection et récupération	6
3.2.3 Estimation du nombre d'anguilles <i>T&T</i> migrant dans l'estuaire	7
3.2.4 Paramètres morphométriques	9
4. RÉSULTATS.....	10
4.1 Paramètres halieutiques.....	10
4.2 Paramètres morphométriques	12
4.3 Anguilles munies de transpondeurs.....	14
4.3.1 Détection et récupération	14
5. DISCUSSION	16
6. REMERCIEMENTS.....	18
7. LISTE DES RÉFÉRENCES	19

Liste des tableaux

	<i>Page</i>
Tableau 1. Lieu de marquage et nombre d’anguilles munies de transpondeur dans le système Saint-Laurent/Grands Lacs.....	5
Tableau 2. Transfert des anguilles d’Amérique par le programme de capture et transport (<i>T&T</i>) d’Ontario Power Generation depuis 2008.....	6
Tableau 3. Paramètres permettant l’estimation du nombre d’anguilles du programme <i>T&T</i> transitant dans l’estuaire du Saint-Laurent.....	7
Tableau 4. Paramètres d’exploitation de la pêcherie d’anguille argentée de 2008 à 2012 dans l’estuaire du Saint-Laurent.....	10
Tableau 5. Comparaison des mesures morphométriques des anguilles migrant naturellement et les anguilles d’OPC dans l’estuaire du Saint-Laurent en 2012.....	12
Tableau 6. Gain moyen en taille entre l’année de marquage et l’année de recapture dans l’estuaire du Saint-Laurent, des anguilles manipulées dans le cadre des travaux <i>T&T</i>	13
Tableau 7. Détection des anguilles marquées par le programme <i>T&T</i> dans la pêcherie commerciale du Bas-Saint-Laurent en fonction de l’année et du traitement.....	14
Tableau 8. Estimation du nombre d’anguilles marquées par le programme <i>T&T</i> qui ont transité dans l’estuaire en fonction de l’année et du traitement.	15
Tableau 9. Estimation du pourcentage d’anguilles marquées par le programme <i>T&T</i> transitant dans l’estuaire en fonction des années et du traitement.	15
Tableau 10. Pourcentages cumulés des anguilles du programme <i>T&T</i> transitant dans l’estuaire en fonction du traitement.....	16
Tableau 11. Débarquement annuel (tonnes) de la pêcherie d’anguille argentée de 2008 à 2011 dans l’estuaire du Saint-Laurent (données du MAPAQ)...	17

Liste des figures

	<i>Page</i>
Figure 1. Localisation des sites de marquage et de recapture des anguilles munies d'un transpondeur dans le cadre des travaux <i>T&T</i>	4
Figure 2. Évolution de l'effort de pêche à l'anguille dans l'estuaire du Saint-Laurent.....	11
Figure 3. Capture quotidienne des anguilles argentées dans la pêcherie de l'estuaire du Saint-Laurent en 2012.....	12
Figure 4. Distribution de fréquence de tailles chez les anguilles argentées récupérées dans la pêcherie de l'estuaire en 2012.....	13

1. Introduction

L'anguille d'Amérique, une espèce largement répandue dans l'est du Canada a connu des déclinés marqués dans certaines régions de son aire de répartition tel que le lac Ontario et le cours supérieur du fleuve Saint-Laurent. En 2007, l'Ontario a déclaré l'anguille comme espèce menacée en vertu de sa loi sur les espèces menacées. Les indices disponibles à la sortie du lac Ontario montrent que l'échappement des anguilles argentées continue de diminuer (Riveredge Associates 2010) et une des principales causes de mortalité identifiée pour ce secteur est associée au passage des anguilles dans les turbines hydroélectriques des deux principaux ouvrages que sont les barrages de Moses-Saunders (New York et Ontario) et Beauharnois (Québec). On estime que 40 % des anguilles migratrices qui transitent par ces deux ouvrages meurent lors de leur passage (Verreault et Dumont 2003).

Afin de diminuer les mortalités causées par le passage dans les turbines, des mesures ont été mises en place par Ontario Power Generation (OPG). En 2008, OPG a débuté un projet expérimental de recherche dont les travaux comportaient la capture des anguilles de grande taille (80 cm et plus) en amont des barrages hydroélectriques, le marquage, le transport et la relâche en aval. La première année du projet visait à évaluer la faisabilité du point de vue logistique et économique entourant la capture et le transport d'un grand nombre d'anguilles argentées alors que l'information recueillie lors des années subséquentes nous permet d'évaluer l'efficacité du programme. De 2008 à 2012, un peu plus de 7600 anguilles ont fait l'objet de ces manipulations. Afin de mesurer la performance de ces manipulations, la recapture de ces individus dans la pêche d'anguille de l'estuaire du Saint-Laurent a été réalisée à chaque automne depuis 2008. Les résultats obtenus au cours de la première année suivant le transfert ont permis d'estimer qu'un peu plus du tiers des anguilles transférées avaient réalisé leur migration d'avalaison jusqu'à l'estuaire du Saint-Laurent (Dussureault et Verreault 2010, Pelletier et Verreault 2010, et Dussureault et Verreault 2012). L'année 2012 représente la quatrième saison de migration depuis le début du programme de transfert.

La réalisation de travaux d'estimation d'abondance et du taux d'exploitation de la pêcherie de l'estuaire en 2010 et 2011, conduit par le ministère des Ressources naturelles (MRN), permet d'évaluer avec précision la fraction des anguilles *T&T* ayant migré dans l'estuaire.

Comme par les années passées, la Direction de l'expertise du Bas-Saint-Laurent du MRN s'est associée au projet de recherche de capture et transport d'OPG. Nous avons appliqué le protocole de travail, mis au point en 2008 et 2009, afin de détecter les anguilles marquées parmi les captures réalisées par les pêcheurs commerciaux de l'estuaire du Saint-Laurent.

L'objectif de l'étude consiste à détecter et à récupérer dans la pêcherie d'anguille de l'estuaire les spécimens marqués et relâchés par OPG, afin d'estimer le nombre total d'individus ayant débuté leur migration d'avalaison. Nous comparerons aussi les caractéristiques morphologiques de ces spécimens avec ceux ayant entrepris naturellement leur migration au cours de la même saison. Ces travaux permettront d'évaluer la performance de la capture et du transfert d'anguilles comme mesure de mitigation aux mortalités par turbinage. Après cinq années d'expérimentation, OPG a poursuivi la capture et le transfert d'anguilles en 2012 sans toutefois procéder au marquage de ces dernières. Comme il est maintenant impossible de repérer ces poissons lors de nos suivis dans la pêcherie d'anguille, nos suivis de 2012 ne concernent que les anguilles manipulées et marquées entre 2008 et 2011.

2. Aire d'étude

Le projet de recherche s'est déroulé entre le secteur de capture et de relâche (lac Saint-François et lac Saint-Louis), et le secteur de recapture dans l'estuaire du Saint-Laurent (figure 1). La capture des anguilles s'est réalisée au printemps de chaque année dans la portion aval du lac Ontario et dans la section ontarienne du lac Saint-François. Toutes les anguilles capturées en 2008 ont été transférées au lac Saint-Pierre. Les sites de relâche pour les années 2009 à 2011 furent localisés au lac Saint-Louis pour un groupe transféré, et au lac Saint-François pour un groupe témoin.

La recapture des anguilles s'est réalisée dans le secteur des eaux à marées de l'estuaire du Saint-Laurent où l'on retrouve des détenteurs de permis de pêche commerciale à l'anguille à l'aide

d'engins fixes. Aux sites de captures commerciales, nous avons ajouté la station d'échantillonnage scientifique du MRN à Cap-Santé, en amont de Québec (figure 1).

3. Méthodologie

3.1 Paramètres halieutiques

La trappe fixe demeure le seul type d'engin de pêche à l'anguille utilisé dans les eaux à marées du Saint-Laurent en aval de Cap-Santé et ce, sur les deux rives du Saint-Laurent (figure 1). Les engins sont mis en place au cours de l'été et demeurent au même endroit durant toute la saison qui s'étend du début du mois d'août jusqu'à la mi-novembre. Pour l'ensemble de l'estuaire, la localisation et la taille exacte de tous les engins utilisés sont compilées annuellement depuis 1998 (MRN, données non publiées).

Pour estimer le débarquement total, nous avons obtenu le nombre d'anguilles capturées quotidiennement auprès de tous les pêcheurs. Ces pêcheurs représentaient la totalité des détenteurs de permis de pêche actifs dans l'aire d'étude en 2012.

Le débarquement total de la pêcherie se calcule selon la formule suivante :

$$DT = \frac{\left(\frac{Ac}{P} \right)}{1000}$$

Où :

DT Débarquement total en tonne

Ac Nombre d'anguilles capturées dans la pêcherie du Saint-Laurent

P Poids moyen (kg) provient des données de capture obtenues à une pêche commerciale du Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire.

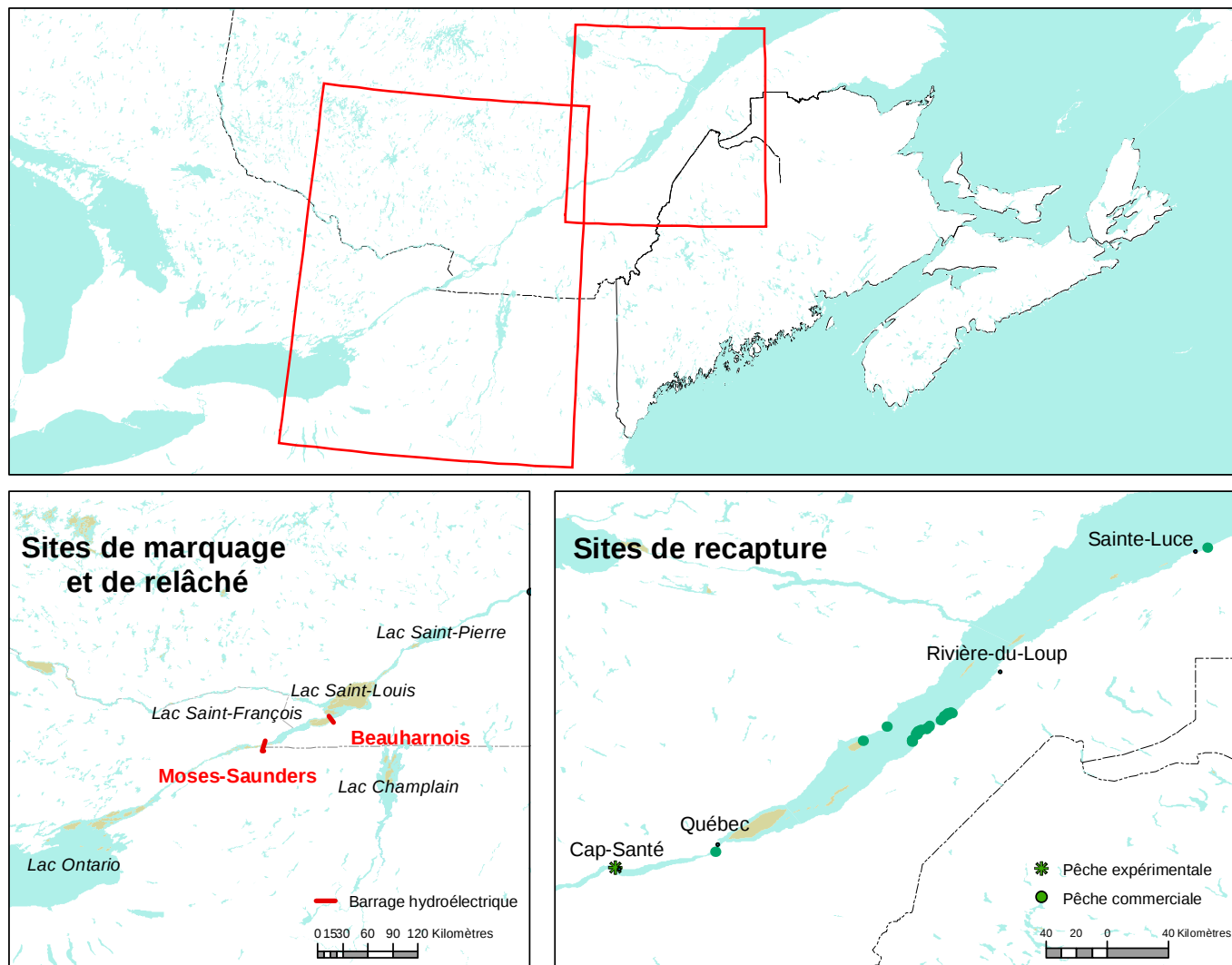


Figure 1. Localisation des sites de marquage et de recapture des anguilles munies d'un transpondeur dans le cadre des travaux de T&T.

3.2 Anguilles munies de transpondeurs

Un transpondeur passif (Passive Integrated Transponder ou PIT tag) est une petite balise insérée dans le muscle d'un animal. Ce dispositif sans batterie interne possède un code hexadécimal unique qui permet d'identifier chaque individu marqué. Le code de chaque transpondeur peut être détecté à l'aide d'un appareil de détection adapté à la fréquence des balises utilisées. Chez l'anguille, les transpondeurs utilisés d'une longueur de 11,5 mm étaient insérés dans le muscle dorsal à la jonction de la tête et des premières vertèbres. À l'intérieur du système Saint-Laurent/Grands Lacs, cette technologie est utilisée depuis 1997 où près de 43 000 anguilles juvéniles et adultes ont été marquées au Québec, en Ontario et aux États-Unis (tableau 1).

Tableau 1. Lieu de marquage et nombre d'anguilles munies de transpondeur dans le système Saint-Laurent/Grands Lacs

Origine du marquage	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Beauharnois (H-Q)		3980											136		4116
Beauharnois (H-Q et MRN)														993	993
Beauharnois (H-Q et OPG)													1246	1250	2496
Beauharnois (NYPA)													1244	1250	2494
Carillon (H-Q)												330			330
Chambly (H-Q)	1986	300													2286
CMR ¹ (MRNF)												668	662		1330
Infrason (H-Q)												156			156
Lac Champlain												38			38
Long Sault (NYPA)		73	80						102						255
Moses-Saunders (NYPA)	484		5430		3544	228		1583	4375	1749					17393
Moses-Saunders (OPG)								2432					903		3335
OPG non T&T												116			116
OPG T&T										1174	2056	1692	1644	0	6566
OTN ²												92	202	174	468
Ottawa river												5			5
Saint-Ours (Parc Canada)					200	96	175								471
TOTAL	2470	4353	5510	0	3744	324	175	4015	4477	2923	2056	3097	6037	3667	42848

¹ CMR : Projet du MRN de capture-marquage et recapture à la pêche expérimentale localisée à Cap-Santé

² OTN : Ocean Tracking Network

3.2.1 Transfert d'anguilles par Ontario Power Generation

Depuis la mise en place du projet, près de 7600 anguilles ont été capturées par OPG. Le nombre d'anguilles capturées et transférées pour chaque année est présenté au tableau 2.

Tableau 2. Transfert des anguilles d'Amérique par le programme de capture et transport (T&T) d'Ontario Power Generation depuis 2008.

Traitement	2008	2009 ¹	2010	2011
<i>Transféré</i>	1177	1212	985	1622
<i>Témoin</i>		868	734	105
Total	1177	2080	1719	1727

¹Des modifications ont été apportées à la base de données de 2009, pour plus de précision se référer à la section de méthodologie au point 3.2.2 Détection et récupération

3.2.2 Détection et récupération

Pour les besoins d'analyse, les anguilles *T&T*^{2008 – 2011} ont été traitées séparément des autres anguilles marquées depuis 1997. La détection des anguilles marquées s'est effectuée à l'aide du détecteur électronique FS2001F-ISO de la compagnie BIOMARK© muni d'une antenne externe imperméable. Les détecteurs de poche : Pocket Reader EX de la compagnie BIOMARK© et le M4S ID Petscan VII furent utilisés par les pêcheurs.

Deux stratégies ont été adoptées selon les sites échantillonnés : 1) lors du relevé des engins de pêche et 2) aux bassins de stabulation des anguilles chez les pêcheurs. Pour les détections aux sites de pêche, 9 des 12 pêcheurs actifs avaient en leur possession un détecteur qui leur permettait de contrôler la totalité des anguilles dès leur sortie de la trappe de capture. L'équipe du MRN vérifiait occasionnellement les bassins de stabulation des pêcheurs afin de s'assurer que toutes les anguilles marquées avaient été récupérées. Dans ce cas, l'antenne était immergée dans le bassin de stabulation en réalisant des mouvements de va-et-vient pendant quelques minutes.

Les anguilles récupérées étaient conservées en vie dans nos bassins de stabulation pour des analyses en laboratoire. Pendant la saison de pêche de 2011 et 2012, plusieurs anguilles marquées et transférées par OPG ont fait l'objet d'un projet connexe en collaboration avec Ocean

Tracking Network (réseau de suivi acoustique). À l'aide d'émetteur acoustique implanté dans la cavité abdominale, ce réseau de suivi acoustique permet de suivre le déplacement des anguilles afin de déterminer leur route vers leur site de reproduction. Les données liées à ce projet seront présentées dans un rapport subséquent. Une compensation financière fut convenue avec les pêcheurs pour la récupération d'anguilles marquées.

En ce qui a trait aux données du programme *T&T*²⁰⁰⁹, certaines modifications ont été apportées à la base de données. À chaque année, les anguilles capturées lors du projet *T&T* sont divisées en deux groupes : le groupe témoin et le groupe transféré. En 2009, on ne connaissait pas avec certitude le lieu de relâche de certaines anguilles manipulées lors du programme ($n = 309$). Ces individus ne seront pas inclus dans l'évaluation de la performance du programme, car aucun des traitements ne peut leur être attribué.

3.2.3 Estimation du nombre d'anguilles *T&T* migrant dans l'estuaire

À la fin de la saison de pêche commerciale, le nombre d'anguilles récupérées du groupe transféré et du groupe témoin est compilé selon l'année de marquage. Afin d'obtenir une estimation du nombre d'anguilles ayant migré dans l'estuaire on doit ajuster le nombre de recapture avec trois paramètres. Ces trois paramètres sont : 1) le taux d'échantillonnage (T_e) de la récolte commerciale, 2) le taux d'exploitation (U) des anguilles argentées par la pêche commerciale et 3) le taux de survie des anguilles argentées lors de leur passage au complexe hydroélectrique de Beauharnois (S_b), et ce, uniquement pour le groupe témoin du lac Saint-François. Les valeurs de ces paramètres sont présentées au tableau 3.

Tableau 3. Paramètres permettant l'estimation du nombre d'anguilles du programme *T&T* transitant dans l'estuaire du Saint-Laurent.

	2008	2009	2010	2011	2012
Taux d'échantillonnage (T_e)	0,576	0,849	0,852	0,932	0,935
Taux d'exploitation (U)	0,220	0,105	0,105	0,078	0,092
Taux de survie (S_b)	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822

Le taux d'échantillonnage de la récolte commerciale est déterminé par le nombre total d'anguilles contrôlées pour la présence d'un transpondeur sur le nombre total d'anguilles récoltées par les pêcheurs.

Le taux d'exploitation utilisé pour estimer la portion d'anguilles *T&T* migrant dans l'estuaire varie selon les années (tableau 3). Le taux d'exploitation de 22 % appliqué pour la saison de recapture de 2008 provient des travaux de recherche conduit en 1996-1997 (Verreault et Dumont 2003).

En 2008, le gouvernement du Québec a mis en place un programme de rachat des pêches commerciales d'anguille à titre volontaire dans le but de diminuer la pression de la pêche sur la population d'anguilles qui depuis les vingt dernières années subissait un déclin important au niveau de son abondance et du recrutement. Il était donc primordial de réévaluer le taux d'exploitation sachant que le succès du programme de rachat allait indéniablement modifier le taux d'exploitation estimé antérieurement. En 2009, le taux d'exploitation a été ajusté à 10,5 %. Pour les années subséquentes, la reconduction des travaux de recherche visant à estimer l'abondance et le taux d'exploitation des anguilles argentées à la station expérimentale à Cap Santé par le MRN, a permis d'estimer un taux d'exploitation de 10,5 et 7,8 % pour les années 2010 et 2011(MRN, données non publiées). La moyenne de ces taux d'exploitation, soit de 9,2 %, a été appliquée au nombre d'anguilles *T&T* détectées afin d'obtenir une évaluation totale de leur abondance dans l'estuaire au cours de l'automne 2012. Quant au taux de survie, nous avons utilisé les estimés de Verreault et Dumont (2003).

L'estimation du nombre d'anguilles du programme *T&T* qui ont transité dans l'estuaire a été effectuée en appliquant les formules suivantes :

Pour les anguilles transférées ;

$$Net = Nt \times \frac{1}{Té} \times \frac{1}{U}$$

et pour les anguilles du groupe témoin ;

$$Nec = Nc \times \frac{1}{Té} \times \frac{1}{U} \times \frac{1}{Sb}$$

où :

Net Nombre estimé d'anguilles transférées en migration dans l'estuaire

Nec Nombre estimé d'anguilles témoins en migration dans l'estuaire

Nt Nombre d'anguilles transférées au lac Saint-Louis

Nc Nombre d'anguilles témoins relâchées au lac Saint-François

T_é Taux d'échantillonnage des anguilles marquées dans la pêcherie du Saint-Laurent

U Taux d'exploitation de la pêcherie du Saint Laurent

S_b Taux de survie dans les turbines de Beauharnois

3.2.4 Paramètres morphométriques

Un des objectifs du programme est de comparer les caractéristiques morphologiques des anguilles du programme *T&T* avec celles ayant entrepris naturellement leur migration au cours de la même saison. Les anguilles migrant naturellement ainsi que les anguilles *T&T* furent récupérées chez les pêcheurs et transportées jusqu'à nos bassins à notre laboratoire.

La prise des paramètres morphométriques a été réalisée sur des anguilles anesthésiées avec une solution d'eugénol 120 mg/L. La masse fut déterminée à l'aide d'une balance électronique ACCULAB modèle VI 6 kg (± 1 g). La longueur totale (± 1 mm) des individus fut mesurée de l'extrémité de la tête jusqu'au bout de la queue sur une planche à mesurer graduée en millimètres. La comparaison de l'indice de condition entre les anguilles migrant naturellement et les anguilles marquées par OPG a été réalisée à l'aide du test de *t* de Student du logiciel XLStat.

L'indice de condition du Fulton (*K*) a été calculé selon la formule suivante :

$$K = \left(\frac{M * 10^5}{Lt^3} \right)$$

Où :

M Masse (kg)

Lt Longueur totale (cm)

4. Résultats

4.1 Paramètres halieutiques

En 2012, 12 pêcheurs se sont prévalus de leur droit de pêche commerciale à l’anguille dans l’aire d’étude et 22 engins de pêche ont été installés pour un total de 5 253 mètres de trappes (tableau 4), ce qui représente le plus faible effort de pêche depuis le début des suivis de cette pêcherie (1996).

Les mesures morphologiques recueillies chez un pêcheur faisant parti du Réseau d’inventaire des poissons de l’estuaire (RIPE) nous permettent de déterminer un poids moyen des anguilles argentées (1,72 kg) qui transitent naturellement dans le fleuve lors de leur migration. Nous estimons que 10 752 anguilles furent récoltées pour une biomasse correspondante de 18,5 tonnes. On note une diminution annuelle des débarquements de près de 20 % depuis 2010. La CPUE pour la saison de pêche 2012 s’établit à 3,5 kg/m, la plus petite valeur depuis les quatre dernières années (tableau 4).

Tableau 4. Paramètres d’exploitation de la pêcherie d’anguille argentée de 2008 à 2012 dans l’estuaire du Saint-Laurent.

Paramètres d'exploitation	2008	2009	2010	2011	2012
Effort de pêche total ¹	10346	5774	5652	6096	5253
Nombre d'engins de pêche	38	25	23	25	22
Nombre de pêcheurs actifs	24	13	14	14	12
Débarquement total (tonnes)	44,5	23,8	28,2	22,7	18,5
CPUE2 annuelle (kg/m)	4,3	4,12	5	3,7	3,5

¹ L’effort de pêche correspond à la longueur cumulée des trappes [m]

Le figure 2 nous permet de visualiser l’ampleur de la diminution des débarquements depuis les années 90. Suite au programme de rachat en 2008, les débarquements ont passé de 44 tonnes à une moyenne 23 tonnes depuis le début du programme d’OPG.

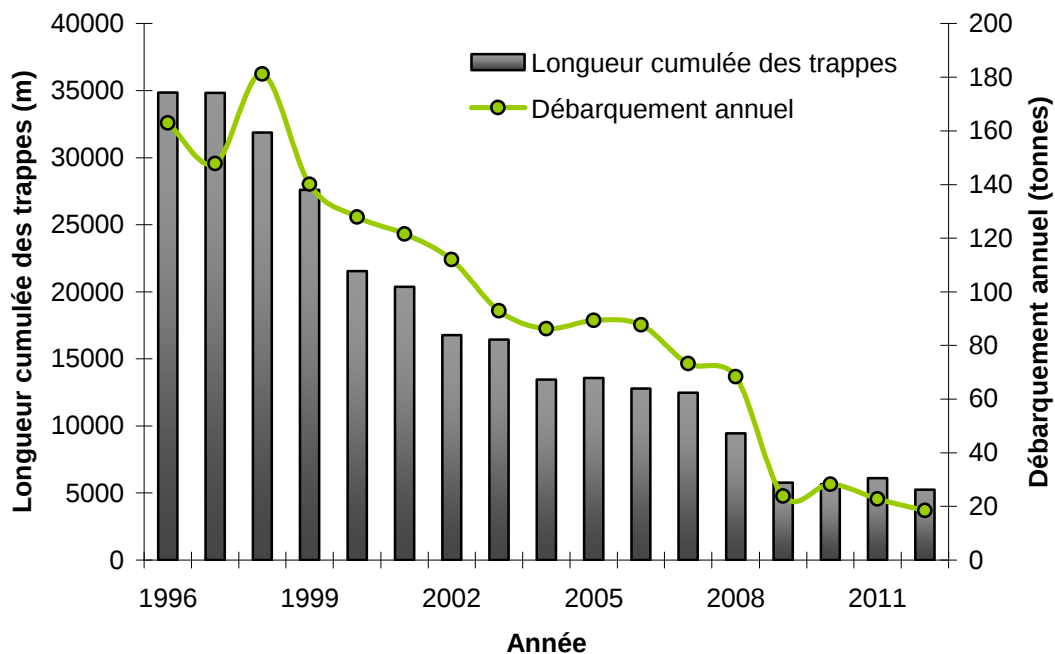


Figure 2. Évolution de l'effort de pêche à l'anguille dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Le nombre de captures quotidiennes d'anguilles récoltées fluctue au cours de la saison de pêche. Les captures débutent à la fin de septembre et se terminent à la mi-novembre (figure 3). Près de 80 % des débarquements se sont déroulés sur deux périodes, soit dans la première semaine du mois d'octobre (19,4 %) et sur une deuxième période d'une semaine débutant le 11 octobre (58,3 %).

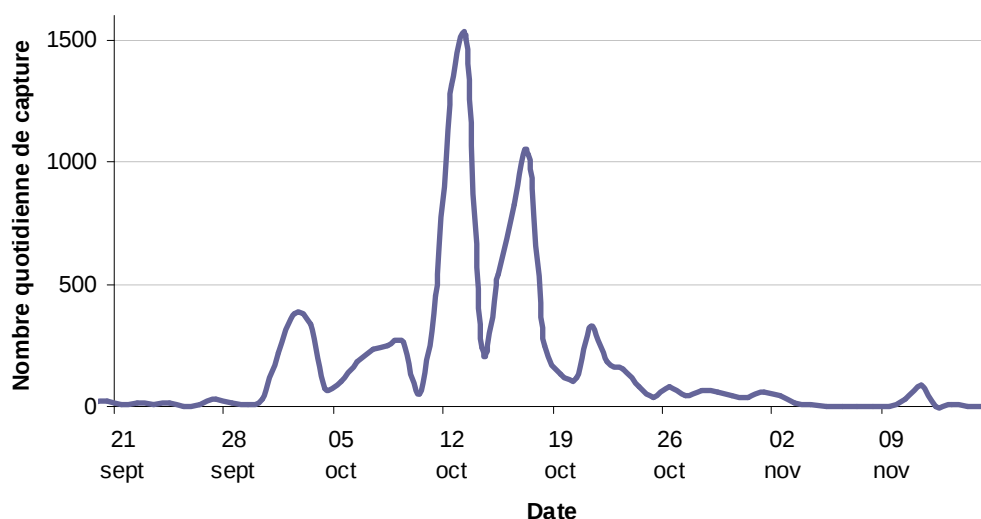


Figure 3. Capture quotidienne des anguilles argentées dans la pêcherie de l'estuaire du Saint-Laurent en 2012.

4.2 Paramètres morphométriques

La taille moyenne des anguilles en avalaison dans l'estuaire est de 952,23 mm pour une masse moyenne de 1,89 kg et un facteur de condition de 0,216 (tableau 5). La taille moyenne des anguilles *T&T* récupérées en automne 2012 est de 984,4 mm pour une masse moyenne de 2,0 kg. L'ensemble des anguilles *T&T* a une taille et une masse moyenne significativement plus élevées que les anguilles migrant naturellement dans l'estuaire. Quant à la condition des anguilles, aucune différence est notée entre le facteur de condition des anguilles migrant naturellement (0,216, é.-t. : 0,026) et les anguilles manipulées lors du programme *T&T* (0,206, é.-t. : 0,028) (tableau 5).

Tableau 5. Comparaison des mesures morphométriques des anguilles migrant naturellement et les anguilles d'OPG dans l'estuaire du Saint-Laurent en 2012.

	Anguilles naturelles			Anguilles OPG		
	Poids (kg)	Longueur (mm)	Facteur de condition	Poids (kg)	Longueur (mm)	Facteur de condition
Moyenne	1,89	952,23	0,216	2,00	984,42	0,206
Écart-type	0,48	78,07	0,026	0,52	72,72	0,028
n	172	172	172	31	31	31

La distribution unimodale des fréquences de taille s'étend de 750 à 1250 mm avec un mode se situant dans la classe de 900-950 mm (figure 4).

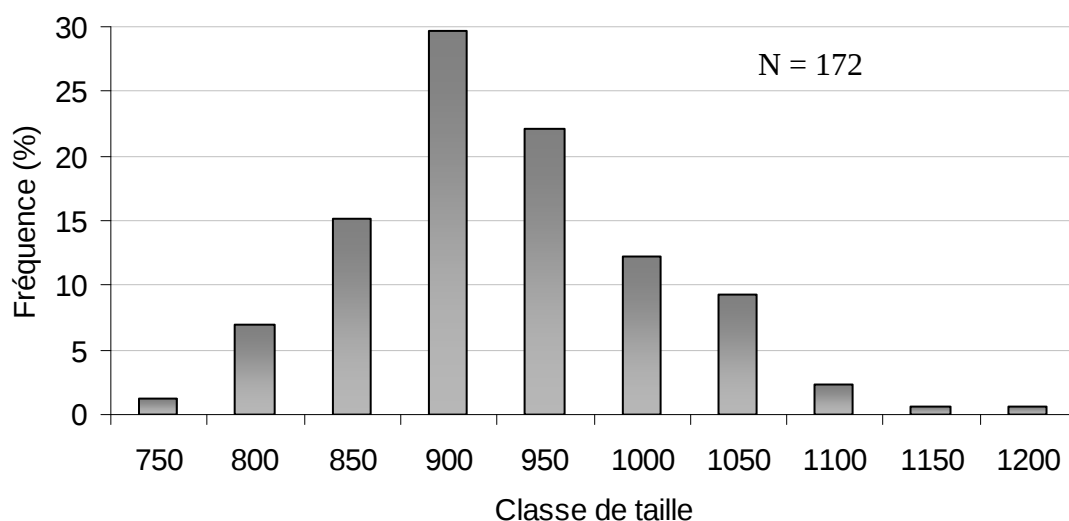


Figure 4. Distribution de fréquence de tailles chez les anguilles argentées récupérées dans la pêche de l'estuaire en 2012.

La recapture des anguilles marquées en 2008, 2009, 2010 et 2011 permet de documenter l'évolution de certains paramètres morphologiques entre le moment du marquage de l'anguille et celui de sa recapture. Au niveau de la taille moyenne par exemple, nous observons une augmentation de cette dernière et ce, pour chaque groupe à chacune des années (tableau 6). Malheureusement, le faible échantillonnage nous permet difficilement d'évaluer de manière statistique la tendance observée auprès des groupes témoins des anguilles de $T\&T^{2009}$ et $T\&T^{2010}$ qui ont un gain en taille plus élevé que celui observé chez le groupe transféré pour les années 2010, 2011 et 2012 (tableau 6).

Tableau 6. Gain moyen en taille entre l'année de marquage et l'année de recapture dans l'estuaire du Saint-Laurent, des anguilles manipulées dans le cadre des travaux $T\&T$.

Année de marquage	Traitement	Gain en taille (mm) (é.t.)				
		2008	2009	2010	2011	2012
$T\&T^{2008}$	Transféré	19,9 (22,9)	114,9 (47,0)	166,0 (39,7)	152 (-)	145 (-)
	Témoin	-	-	-	-	-
$T\&T^{2009}$	Transféré	-	27,4 (29,5)	54,7 (25,6)	103,5 (21,3)	53,0 (17,0)
	Témoin	-	18,7 (20,4)	99,7 (39,4)	169,5 (21,3)	208,0 (1,4)
$T\&T^{2010}$	Transféré	-	-	19,1 (18,4)	69,9 (47,3)	88,0 (24,0)
	Témoin	-	-	29,1 (19,2)	85,2 (40,8)	184,0 (22,3)
$T\&T^{2011}$	Transféré	-	-	-	15,7 (17,4)	48,5 (27,2)
	Témoin	-	-	-	101 (-)	200,0 (-)

4.3 Anguilles munies de transpondeurs

4.3.1 Détection et récupération

La détection des anguilles marquées a occupé la totalité de la saison, soit de fin septembre jusqu'au 12 novembre 2012. Les pêcheurs étaient visités régulièrement afin de pouvoir récupérer les anguilles possédant un PIT tag. Nous avons effectué la détection de transpondeurs sur 10 049 anguilles. Ce nombre correspond à 93,5 % de la récolte totale de 18,5 tonnes (n = 10 752), une donnée comparable à l'an passé (tableau 3).

Cent cinquante-sept (157) anguilles munies d'un transpondeur furent détectées. De ce nombre, 37 provenaient du projet *T&T*²⁰⁰⁸⁻²⁰¹¹ et 120, des suivis et travaux scientifiques réalisés depuis 1997 dans le bassin versant du Saint-Laurent. Parmi les 37 anguilles *T&T*, 20 provenaient du groupe d'anguilles transférées des travaux de *T&T*²⁰⁰⁸⁻²⁰¹¹. Les valeurs pour les autres années sont présentées au tableau 7.

Tableau 7. Détection des anguilles marquées par le programme *T&T* dans la pêche commerciale du Bas Saint-Laurent en fonction de l'année et du traitement.

Année de marquage	Traitement	Nombre	2008	2009	2010	2011	2012
<i>T&T</i> ²⁰⁰⁸	<i>Transféré</i> ¹	1177	48	9	7	1	1
	<i>Témoin</i> ²	-	-	-	-	-	-
<i>T&T</i> ²⁰⁰⁹	<i>Transféré</i>	1051		40	23	4	2
	<i>Témoin</i>	717		11	19	5	3
	<i>Inconnu</i>	309		4	6	2	1
<i>T&T</i> ²⁰¹⁰	<i>Transféré</i>	985			32	9	4
	<i>Témoin</i>	734			11	10	12
<i>T&T</i> ²⁰¹¹	<i>Transféré</i>	1622				47	13
	<i>Témoin</i>	105				1	1
Total		6700	48	64	98	79	37

¹ Anguilles transférées au lac Saint-Louis en aval du barrage de Beauharnois

² Anguilles témoins remises au lac Saint-François en amont du barrage de Beauharnois

La prise en compte de ces informations nous permet maintenant d'obtenir une évaluation réaliste du nombre d'anguilles provenant des opérations *T&T* ayant transité par l'estuaire en appliquant le taux d'échantillonnage d'exploitation ainsi que le taux de survie tel que décrit dans la section méthodologie. Les nombres estimés sont présentés au tableau 8.

Tableau 8. Estimation du nombre d'anguilles marquées par le programme *T&T* qui ont transité dans l'estuaire en fonction de l'année et du traitement.

Année de marquage	Traitement	Nombre	Nombre d'anguilles estimé					Total
			2008	2009	2010	2011	2012	
<i>T&T</i> ²⁰⁰⁸	<i>Transféré</i>	1177	379	101	78	14	12	584
	<i>Témoin</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>T&T</i> ²⁰⁰⁹	<i>Transféré</i>	1051	-	449	257	56	24	785
	<i>Témoin</i>	717	-	150	258	85	43	536
<i>T&T</i> ²⁰¹⁰	<i>Transféré</i>	985	-	-	358	125	47	530
	<i>Témoin</i>	734	-	-	150	170	172	492
<i>T&T</i> ²⁰¹¹	<i>Transféré</i>	1622	-	-	-	655	153	808
	<i>Témoin</i>	105	-	-	-	17	14	31

Les résultats du tableau 9 révèlent que les anguilles faisant l'objet des manipulations entourant le programme *T&T* entreprennent leur migration d'avalaison dès leur premier automne après le marquage et que ce phénomène se poursuit les années suivantes. La proportion des migrateurs diffère selon le site de relâche des anguilles marquées. Nous estimons qu'environ 40 % des anguilles transférées *T&T*²⁰⁰⁹⁻²⁰¹⁰⁻²⁰¹¹ migrent par l'estuaire lors de la première année tandis que seulement 16 à 20 % du groupe témoin en ont fait autant.

Pour les anguilles transférées, on observe une diminution annuelle des recaptures tandis que chez le groupe témoin, le maximum est remarqué l'année qui suit leur retour au lac Saint-François à l'exception des *T&T*²⁰¹¹.

Tableau 9. Estimation du pourcentage d'anguilles marquées par le programme *T&T* transitant dans l'estuaire en fonction des années et du traitement.

Année de marquage	Traitement	2008	2009	2010	2011	2012	Anguilles transitées
<i>T&T</i> ²⁰⁰⁹	<i>Transféré</i>	-	42,7%	24,5%	5,3%	2,2%	74,7%
	<i>Témoin</i>	-	20,9%	36,0%	11,8%	6,0%	74,8%
<i>T&T</i> ²⁰¹⁰	<i>Transféré</i>	-	-	36,3%	12,7%	4,8%	53,8%
	<i>Témoin</i>	-	-	20,4%	23,2%	23,4%	67,0%
<i>T&T</i> ²⁰¹¹	<i>Transféré</i>	-	-	-	40,4%	9,4%	49,8%
	<i>Témoin</i>	-	-	-	16,1%	13,6%	29,8%

Grâce aux données récoltées sur les anguilles *T&T*²⁰⁰⁹ au cours des quatre dernières saisons de pêche (la plus grande série disponible), nous observons que près du trois quarts des individus transférés ont migré au cours des quatre automnes suivant leur transfert au lac Saint-Louis. Cette

valeur est comparable à l'an dernier après trois années de migration. Le groupe transféré $T\&T^{2009}$ affiche un taux global de migration semblable au groupe témoin, 74,7 % comparativement à 74,8 %. En ce qui a trait aux données du $T\&T^{2010}$ et 2011 nous observons que près de la moitié des individus transférés a migré au cours des deux automnes suivant leur transfert au lac Saint-Louis (tableau 10).

Tableau 10. Pourcentages cumulés des anguilles du programme T&T transitant dans l'estuaire en fonction du traitement.

Année de marquage	Traitement	Nombre de saisons de dévalaison			
		1	2	3	4
$T\&T^{2009}$	<i>Transféré</i>	42,7%	67,2%	72,5%	74,7%
	<i>Témoin</i>	20,9%	57,0%	68,8%	74,8%
$T\&T^{2010}$	<i>Transféré</i>	36,3%	49,0%	53,8%	
	<i>Témoin</i>	20,4%	43,6%	67,0%	
$T\&T^{2011}$	<i>Transféré</i>	40,4%	49,8%		
	<i>Témoin</i>	16,1%	29,8%		

5. Discussion

Avec douze pêcheurs actifs et un peu plus de 5 200 mètres de trappes déployées en 2012, on observe une diminution de l'effort de pêche comparé depuis le début du programme $T\&T$. La forte diminution observée en 2009, conséquence directe du programme de rachat réalisé dans l'estuaire, nous a obligé à réévaluer le taux d'exploitation au cours de l'automne 2010 et 2011. Ce paramètre essentiel a été mis à profit dans les analyses de performance du programme $T\&T$. Cet automne, près de 80 % des débarquements se sont déroulés sur deux périodes, soit dans la première semaine du mois d'octobre (19,4 %) et durant la semaine débutant le 11 octobre (58,9 %).

En tenant compte du taux d'échantillonnage (93,5 %) des débarquements réalisés cette année (18,5 tonnes) et du taux d'exploitation par la pêche commerciale (9,2 %), nous sommes en mesure d'estimer le nombre d'individus marqués depuis 2009 qui ont quitté les sites de relâche des lacs Saint-Louis et Saint-François. De 2009 à 2011, en moyenne 40 % des anguilles $T\&T$ transférées et 18 % du groupe témoin ont entrepris leur migration dès leur premier automne. L'évaluation globale de l'efficacité du programme $T\&T$ doit cependant tenir compte que les anguilles transférées ne migrent pas toutes en cours d'année. Le nombre d'anguilles en migration

augmente avec les années subséquentes et lorsque nous analysons l'information recueillie sur les anguilles *T&T*²⁰⁰⁹, celle-ci nous permet d'estimer que près du trois quarts des anguilles transférées (74,7 %) ont initié leur migration, et pour la première fois depuis le début de l'étude, un pourcentage identique au groupe témoin (74,8 %). Cette information nous indique que le programme de capture et de transport n'a pas d'impact négatif sur la capacité à migrer. Par contre, les manipulations et le changement de milieu d'une anguille peut déclencher une migration plus précoce que le groupe témoin.

Les données recueillies sur le pourcentage d'anguilles de *T&T*²⁰⁰⁹ ayant dévalé en 2011 (5,3 %) et 2012 (2,2 %) ne fait que confirmer que la presque totalité des anguilles transférées en 2009 a migré. Il est donc probable que la portion manquante de 25 % ne sera pas détectée en totalité dans les années suivantes. Selon nos analyses, deux facteurs pourraient expliquer la disparition de ces anguilles du système estuarien, soit la mortalité naturelle, soit la mortalité due au prélèvement par la pêche. Une information provenant d'un projet de recherche universitaire conduit en 2011 dans la région du lac Saint-Pierre nous a confirmé que certaines anguilles provenant de *T&T* sont prélevées par la pêche commerciale de cette région. La portion de l'estuaire moyen (Québec et Rimouski) est très bien échantillonnée lors de la pêche commerciale à l'anguille alors qu'il en est autrement pour la portion aval de Québec; celle-ci n'a jamais été échantillonnée depuis l'instauration du programme *T&T*. La consultation des données du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) sur la pêche commerciale à l'anguille nous démontre que le prélèvement par la pêche de la région du lac Saint-Pierre est très importante (tableau 11) et qu'elle est supérieure au prélèvement des secteurs aval du Saint-Laurent. L'interprétation de nos estimés est donc limitée par le fait qu'il y ait une proportion des anguilles qui sont prélevées en amont du secteur de détection des anguilles du programme *T&T*.

Tableau 11. Débarquement annuel (tonnes) de la pêche d'anguille argentée de 2008 à 2011 dans l'estuaire du Saint-Laurent (données du MAPAQ)

Région	2008	2009	2010	2011
Bas Saint-Laurent	44,5	23,8	28,2	22,7
Lac Saint-Pierre	44,7	33,4	24,9	32,4

En conclusion, on estime que le programme de capture et de transport est une mesure de mitigation efficace permettant la réduction de la mortalité des anguilles par turbinage. Le fait que certaines anguilles n'entreprennent pas toute leur migration dès la première année n'a aucune répercussion sur l'efficacité du projet, car l'objectif de réduire la mortalité est atteint, sachant qu'elles entameront leur migration dans les prochaines années lorsqu'elles seront parvenues à leur maturité.

Par contre l'évaluation du prélèvement de la pêcherie de la région du lac Saint-Pierre serait un ajout important afin de mesurer la performance globale du programme.

RECOMMANDATIONS

1. Maintenir le protocole utilisé en 2012 pour la reconduction de l'échantillonnage des anguilles marquées à l'aide de transpondeurs passifs.
2. Poursuivre l'analyse des taux de retour des anguilles, particulièrement les *T&T*²⁰⁰⁹ et *T&T*²⁰¹⁰ pour obtenir une estimation globale du nombre d'anguilles ayant réalisé leur migration à l'intérieur de trois à quatre années suivant leur manipulation. Ces analyses permettront l'évaluation de l'efficacité du programme de capture et de transport mis en place par Ontario Power Generation.
3. Tenter d'évaluer le prélèvement des anguilles *T&T* par la pêche commerciale entre le site de relâche et la pêcherie de l'estuaire.

6. Remerciements

Plusieurs personnes ont participé à ce projet et nous tenons à souligner leur implication. Un merci tout particulier aux douze pêcheurs commerciaux à l'anguille de l'estuaire du Saint-Laurent. Leur collaboration s'est avérée essentielle dans la bonne mise en œuvre de cette étude, leur expérience et leurs connaissances nous ont été précieuses. De plus, nous aimerions témoigner notre gratitude envers le personnel du ministère des Ressources naturelles (MRN) pour leur aide précieuse lors des opérations de détection et de récupération des anguilles marquées au cours de la saison de pêche. Merci à M. David Stanley pour son soutien, ses commentaires et le support logistique tout au cours de ces travaux.

7. Liste des références

- DUSSUREAULT, J. et G. VERREAULT (2010) *Recapture des anguilles d'Amérique provenant des travaux de capture et de transport d'Ontario Power Generation dans la pêche de l'estuaire du Saint-Laurent en 2009*, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire, Direction générale du Bas-Saint-Laurent, 39 p.
- DUSSUREAULT, J. et G. VERREAULT (2012) *Recapture des anguilles d'Amérique dans la pêche de l'estuaire du Saint-Laurent provenant des travaux de capture et de transport d'Ontario Power Generation en 2011*, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire, Direction générale du Bas-Saint-Laurent, 34 p.
- PELLETIER, A.-M. et G. VERREAULT (2010). *Suivi dans la pêche de l'estuaire du Saint-Laurent des anguilles d'Amérique provenant des transferts effectués par Ontario Power Generation en 2008*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. Direction régionale de l'aménagement de la faune. 41 pages.
- RIVEREDGE ASSOCIATES (2010). *St. Lawrence-FDR Power Project – FERC No. 2000 survey of American eel in the tailwater of the international St. Lawrence Power Project*. Kleinschmidt Associates for the New-York Power Authority.
- VERREAULT, G. et P. DUMONT. (2003). *An estimation of American eel escapement from the Upper St. Lawrence River and Lake Ontario in 1996 and 1997. Pages 243-251 in D.A. Dixon, editor. Biology, Management, and Protection of Catadromous Eels*. American Fisheries Society Symposium 33 Bethesda, Maryland



Ressources naturelles
et Faune

Québec

